

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-332777

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04L 12/56

(21)Application number : 11-137546

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 18.05.1999

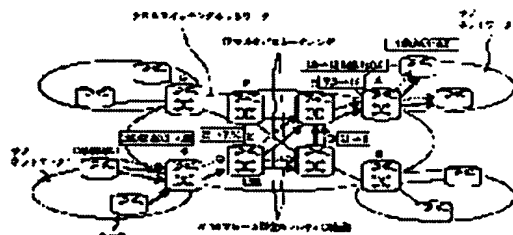
(72)Inventor : YASUKAWA MASANAGA
YAMANAKA NAOAKI
NABESHIMA MASAYOSHI

(54) IP LABEL SWITCHING COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize highly reliable packet transfer by transferring IP packets, having IP addresses to an ATM network according to labels obtained by converting the IP addresses by sequentially setting a plurality of routes which do not form a loop for the same IP address.

SOLUTION: The existence of the congestion of a label switching network and its occurrence place are detected, when there is no congestion, the shortest route among a plurality of routes is selected, and when congestion is detected, 2 or more the routes are selected. At this time, the 2 or more routes selected transfer a series of cells constituting one frame in frame units. Further, more the priority of an IP packet is discriminated and according to the discrimination result, a shorter route is selected out of the 2 or more routes for the IP packet with a top priority than that for IP packets with a low priority.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3530771

[Date of registration] 05.03.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-332777

(P2000-33277A)

(43)公開日 平成12年11月30日(2000.11.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマート(参考)

H04L 12/28

H0 4 L 11/20

G 5K030

12/56

102A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-137546

(22) 出願目

平成11年5月18日(1999.5.18)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 安川 正祥

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 發明者 山中 直明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

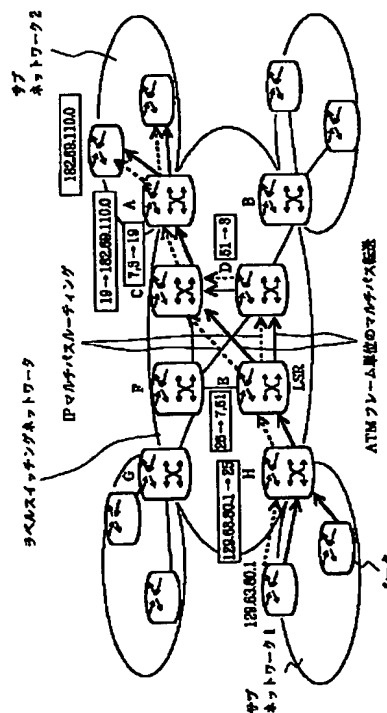
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IPラベルスイッチング通信方式

(57) 【要約】

【課題】 IPパケットをATMネットワーク上で高速かつ高品質にラベルスイッチングする。

【解決手段】 ATMネットワーク内のATMスイッチにループフリーに順次ラベルを設定していくことにより、特定IPアドレス宛てのラベルスイッチングパスをマルチパスにより設定する。ネットワーク内で輻輳が発生したときに高優先のトラヒックと低優先のトラヒックとを判別して優先度に応じてルート制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 IPアドレスに対応してあらかじめ定められたVPIおよびVCIを含むラベル情報とリンクコスト情報とにより構成されるネットワークポロジ情報を保持する手段と、この保持する手段により保持されたネットワークポロジ情報にしたがってIPアドレスとラベルとの変換を行う手段と、この変換する手段によりIPアドレスから変換されたラベルにしたがって当該IPアドレスを有するIPパケットをATMネットワーク内に転送するルートを順次設定する手段とを備えたIPラベルスイッチング通信方式において、前記順次設定する手段は、同一IPアドレスについてループを形成しない複数ルートを順次設定する手段を含むことを特徴とするIPラベルスイッチング通信方式。

【請求項2】 ATMネットワーク内の輻輳の有無およびその発生箇所を検出する手段が設けられ、この検出する手段の検出結果にしたがって、輻輳が無いときには前記複数ルートの内の最短ルートを選択する手段を備えた請求項1記載のIPラベルスイッチング通信方式。

【請求項3】 前記検出する手段の検出結果にしたがって、輻輳が有るときには前記複数ルートの内の2以上のルートを複数選択する手段を備えた請求項2記載のIPラベルスイッチング通信方式。

【請求項4】 前記複数選択する手段により選択された2以上のルートには、一つのフレームを構成する一連のセルについてはそのフレーム単位でセルを転送する手段を含む請求項3記載のIPラベルスイッチング通信方式。

【請求項5】 IPパケットの優先度を識別する手段が設けられ、この識別する手段の識別結果にしたがって、前記複数選択する手段は、前記2以上のルートの内から高優先のIPパケットについては低優先のIPパケットに比較して短いルートを選択する手段を含む請求項3記載のIPラベルスイッチング通信方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はIPパケットをレイヤ2のATMネットワーク内でラベルスイッチングする技術に関する。本発明はMulti Protocol Label Switching: MPLS技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のラベルスイッチング技術では、IPパケットをラベルスイッチングする場合に使用するスイッチングルートはショーテストパスルーティングを基本としている。したがってネットワーク内の各ラベルスイッチルータに搭載されるルーティングアルゴリズムはショーテストパスを計算している。

【0003】このような従来のルーティングアルゴリ

ムではネットワークのリンクコスト情報（リンクの距離、帯域、輻輳状態、その他のパラメータを含む情報）を基に最小リンクコスト（ショーテストパス）を実現するルーティング経路を探索計算する。このショーテストパスを計算するときに用いられるリンクコストはネットワーク内の各ラベルスイッチルータで完全に同一のものとして同期して保持されることを前提にしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】そのため局所的な輻輳状態を反映したリンクコストを考えて輻輳ポイントを選じたショーテストパスを再計算することは、ネットワークが大規模化して変動コストをネットワーク全体に同期して配信することが困難となる場合には基本的に不可能である。

【0005】このため実際のネットワークで局所的な輻輳状態が発生した場合に、最小ホップコストを持つショーテストパスルーティングを行うとルーティング経路内に輻輳ポイントを含むこととなり、輻輳状態をさらに悪化させる問題が生じる。また従来のラベルスイッチング技術では、同一IPアドレス宛でのラベルスイッチング経路を単一のショーテストパスを用いて構成しているために、同一宛先の異なる品質クラスのIPパケットを同一の品質クラスの情報として制御してしまうため輻輳発生時にルートを変えることによる品質毎の転送制御が実現できない問題が存在する。この結果IPTrafficのQoS (Quality of Services) 制御ができない問題が生じる。

【0006】本発明はこのような背景に行われたものであり、IPパケットをATMネットワーク上で高速かつ高品質にラベルスイッチングすることができるIPラベルスイッチング通信方式を提供することを目的とする。特に輻輳発生時にフレーム単位で、QoSクラスに応じて輻輳ポイントをアダプティブに迂回しながらマルチパスのラベルスイッチングを行う高信頼のIPラベルスイッチング通信方式を提供することを目的とする。本発明は、大規模で複雑なIPネットワークで高スループットかつ高信頼のパケット転送を実現することができるIPラベルスイッチング通信方式を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、ATMネットワーク内のATMスイッチにループフリーに順次ラベルを設定していくことにより、特定IPアドレス宛でのラベルスイッチングパスをマルチパスにより設定することを特徴とする。また、ネットワーク内で輻輳が発生したときに高優先のトラフィックと低優先のトラフィックとを判別して優先度に応じてルート制御を行うQoS別ルート制御を行うことを特徴とする。

【0008】すなわち、本発明は、IPパケットをレイヤ2のATMの高速スイッチング特性を生かしてATM

3

ネットワーク上で高速にラベルスイッチングする技術である。ラベル分配アルゴリズムを用いて IP アドレスを ATM アドレスにマッピングするときに同一の IP アドレスグループを目指すスイッチングルートを ATM ネットワーク上で最小ホップルートを包含した形で、ループフリーに複数のルートで一度に設定できるのが、本発明の第一の主要な特徴である。

【0009】従来の技術ではループフリーの複数のルートを ATM ネットワーク上に設定できないが、本発明を用いれば通常時は最小ホップルートのラベルスイッチングを行い、局所的な輻輳が発生した場合には輻輳ポイントを避けて複数のルートでラベルスイッチングを行う。このとき同一コネクション内の ATM セルのセル順序逆転を防止するために、IP パケットを意識して、複数ルートをを用いてラベルスイッチングする場合には ATM ネットワーク上では一連のセルを包含したフレーム単位でセルスイッチングを行う。

【0010】このように、従来技術とは局所的な輻輳情報を基に適応的に複数ルートを設定する点、複数のルートをを用いてラベルスイッチングした場合に ATM セルの順序逆転を防止するためにフレーム単位で複数ルートのラベルスイッチングを行う点が異なる。さらに本発明では、局所的な輻輳が発生してセル転送品質が保証できなくなる可能性がある場合にはセルの優先クラスを識別してクラス毎にラベルスイッチングルートを変更することによりセル転送品質を保証することを特徴とする。

【0011】つまり、本発明では局所的な輻輳が発生した場合に高優先クラスのセルは通常の最小ホップルートによるラベルスイッチングを行い、低優先クラスのセルは迂回路を含んだ複数ルートによるラベルスイッチングを行う。従来の技術とは同一クラスの IP アドレスを目指す ATM セルでもユーザのサービスクラスに応じて ATM ネットワーク内でルーティングポリシーを変更することによりクラス毎の通信品質を保証できる点が大きく異なる。

【0012】すなわち、本発明は IP ラベルスイッチング通信方式であって、IP アドレスに対応してあらかじめ定められた VPI および VCI を含むラベル情報とリンクコスト情報とにより構成されるネットワークポロジ情報を保持する手段と、この保持する手段により保持されたネットワークポロジ情報にしたがって IP アドレスとラベルとの変換を行う手段と、この変換する手段により IP アドレスから変換されたラベルにしたがって当該 IP アドレスを有する IP パケットを ATM ネットワーク内に転送するルートを順次設定する手段とを備えた IP ラベルスイッチング通信方式である。

【0013】ここで、本発明の特徴とするところは、前記順次設定する手段は、同一 IP アドレスについてループを形成しない複数ルートを順次設定する手段を含むところにある。これにより、例えば、ATM ネットワーク

4

内の輻輳の有無およびその発生箇所を検出する手段を設けた場合に、この検出する手段の検出結果にしたがって、輻輳が無いときには前記複数ルートの内の最短ルートを選択する手段を備え、また、輻輳が有るときには前記複数ルートの内の 2 以上のルートを複数選択する手段を備えるといったことができる。

【0014】このように構成することにより、輻輳が無いときには、IP パケットを最短ルートにより転送し、輻輳が発生したときには、IP パケットを複数ルートに分散して輻輳を回避することができる。このとき、複数のルートには、一つのフレームを構成する一連のセルについてはそのフレーム単位でセルを転送する手段を含むことがよい。これにより、セル順序の逆転を回避することができる。

【0015】さらに、IP パケットの優先度を識別する手段を設けた場合に、この識別する手段の識別結果にしたがって、前記複数選択する手段は、前記 2 以上のルートの内から高優先の IP パケットについては低優先の IP パケットに比較して短いルートを選択する手段を含むようにしてもよい。これにより、高優先度の IP パケットについては遅延を少なくすることにより伝送品質を確保し、低優先の IP パケットについては輻輳回避のためにルートを分散することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明実施例を図 1 ないし図 8 を参照して説明する。図 1 は本発明実施例で想定するネットワーク構成を示す図である。図 2 は本発明実施例で使用するプロトコルスタックを示す図である。図 3 は本発明実施例のアルゴリズム動作を説明するための図である。図 4 は宛先を起点とするスパンニングツリーの組み合わせにより実現されるマルチパスの例を示す図である。図 5 は本発明実施例のラベルスイッチネットワークを示す図である。図 6 は本発明実施例のラベル設定対応テーブルを示す図である。図 7 は本発明実施例のラベルスイッチングパスの分離または結合に伴うセルスイッチング手順を説明するための図である。図 8 は本発明実施例のマルチ QoS 制御方式を示す図である。

【0017】本発明実施例の構成を図 1 を参照して説明する。本発明は、図 1 に示すような ATM ネットワークであるラベルスイッチングネットワークとして構成される。図 1 に示すラベルスイッチングネットワークは、IP アドレスに対応してあらかじめ定められた VPI および VCI を含むラベル情報とリンクの距離、帯域、輻輳状態、その他の情報を含むリンクコスト情報とにより構成されるネットワークポロジ情報を保持する手段と、この保持する手段によりこの保持されたネットワークポロジ情報にしたがって IP アドレスとラベルとの変換を行う手段と、この変換する手段により IP アドレスから変換されたラベルにしたがって当該 IP アドレスを有する IP パケットを ATM ネットワーク内に転送するル

ートを順次設定する手段とを備える。

【0018】ここで、本発明の特徴とするところは、前記ルートを順次設定する手段は、同一IPアドレスについてループを形成しない複数ルートを順次設定する手段を備えたところにある。

【0019】図1に示すラベルスイッチングネットワーク内の輻輳の有無およびその発生箇所を検出する手段を備え、この検出する手段の検出結果にしたがって、輻輳が無いときには前記複数ルートの内の最短ルートを選択する手段と、輻輳が有るときには前記複数ルートの内の2以上のルートを複数選択する手段とを備える。このとき、選択された2以上のルートには、一つのフレームを構成する一連のセルについてはそのフレーム単位でセルを転送する手段を備える。さらに、IPパケットの優先度を識別する手段を備え、この識別する手段の識別結果にしたがって、前記2以上のルートの内から高優先のIPパケットについては低優先のIPパケットに比較して短いルートを選択する手段を備える。

【0020】次に、本発明実施例の動作を説明する。図1に示すように、中央の円内のラベルスイッチネットワークには本発明のIPラベルスイッチング方式を実装したラベルスイッチルータ(LSR)が配備されている。その周りには、ルータで構成されるIPサブネットワークが接続されている。このネットワーク全体に配備される各々のLSR、ルータはネットワークに収容されるIPホストのIPアドレス情報とその接続関係とリンクコスト情報とをネットワーク全体で同期してネットポロジ情報として保持している。このため、LSR、ルータの種類に関わらず各ノードは宛先とするIPアドレスが決まれば、当該宛先までの転送ルート、転送コストを、このネットポロジ情報を用いて独立に計算することが可能である。

【0021】図2に本発明で使用するプロトコルスタックを示す。本発明のIPラベルスイッチング方式を実装したLSRは、ルート計算時にはレイヤ3のネットワーク層でネットポロジ情報から目的IPアドレスに到達するループフリーのマルチパスを計算し、計算結果から隣接ノードを確定する。隣接ノードが確定するとレイヤ2のATMアドレスを設定してパスを設定する。

【0022】このように本発明のIPラベルスイッチング方式は、ルート設定時にはネットワークのエンド・エンドでレイヤ3のネットポロジ情報を用いてルーティング経路を設定する。IPデータ転送時には、IPサブネットワークではルータ毎にホップバイホップでレイヤ3までデータを転送してルーティングを行うが、IPデータがラベルスイッチネットワークに到達するとあらかじめ設定されたラベルを用いてレイヤ2で高速ラベルスイッチングされながら転送される。

【0023】図1の例ではIPサブネットワーク1内のIPアドレス：129. 63. 80. 1のルータがサブネットワ

ーク2内のIPアドレス：182. 69. 110. 0のルータまでデータを転送する例を示している。サブネットワーク1内ではIPパケットはルータにてホップバイホップで終端されてレイヤ3のルーティング情報を用いてLSRHに転送される。

【0024】LSRHではIPパケットが到着するとその目的IPアドレスをチェックする。この例ではIPアドレス182. 69. 110. 0のパケットが到着している。このとき、先に述べたようにLSRで構成されるラベルスイッチネットワークでは目的IPアドレスに到達可能なマルチパスがATMレイヤではあらかじめ計算されており、マルチパスを形成するラベル変換リレーが設定されていて、このラベル変換を行いながらIPパケットから分解されたセルはラベルスイッチングされる。この例ではIPアドレス182. 69. 110. 0に到達するルートとしてルート1：H→E→C→Aとルート2：H→E→D→C→Aが存在するので、この2つのルートに沿ったラベルスイッチング用のラベル変換リレーが設定されている。

【0025】つまりLSRHにIPアドレス182. 69. 110. 0のパケットが到着するとLSRHはパケットをセルに変換して、セルのオーバーヘッドにラベル25を設定する。ラベル25がオーバーヘッドに設定されたセルはその後、LSREに転送される。このときLSREはマルチパスを設定してパケット情報がマルチパス間でインタリーブされないようにフレームレベルでセルのラベル変換25→7, 51を行いそれぞれのセルをLSRC、LSRDに転送する。このような操作を同様にLSRD、LSRC、LSRAが行いセル転送が完了する。

【0026】ただし、LSRCのように複数ルートが同一の出力インタフェースに集線されて1つのラベルにマージされる場合にはやはりデータのインタリーブが発生しないようにフレームレベルでセルのマージを行う。パケットを構成する全てのセルがLSRAに到達するとLSRAはセルの組み立てを行いIPパケットを再生する。再生されたIPパケットはその後、IPサブネットワーク2に送りだされてそこでホップバイホップでIPルーティングされてルータ182. 69. 110. 0に到達する。このようなレイヤ2のラベルスイッチング技術、レイヤ3のIPルーティング技術が連携することにより、高速高信頼のマルチパスデータ転送を実現する。

【0027】次に、ラベルスイッチネットワーク内でマルチパスを計算するルーティングアルゴリズムについて説明する。ラベルスイッチネットワーク内に配備された各LSRは前述したネットワーク全体のIPアドレスと各IPアドレス間の転送コスト情報を含んだネットポロジ情報を基にしてマルチパスを独立に計算する。このとき各LSRが保持するネットポロジ情報はネットワーク全体のLSR間で完全に同一の情報として同期して保持されているため各LSRが独立に計算する同一IPアドレス

行きのマルチパス転送ルートはネットワーク内の全 L S R で完全に一致することが保証されている。

【0028】

【数1】

[Initially]

$P = \{j\}, D_j = 0, D_s = \text{distance}(s, j), \text{ and } v = \overline{js}, s \neq j$

[Step 1]: (Find the next closest node.)

Find $i \in P$ such that

$D_j = \min_{i \in P} D_i (i: \text{nearest neighbor})$

Set $P := P \cup \{i\}, v = v \cup \{pi\}$

IF P contains all nodes, then stop; the algorithm is complete

[Step 2]: (Updating of labels)

For all $s \in P_{\text{new}}$

Set $D_s := \min(D_s, d_{ij} + D_j), v = v \cup \{is\}$

Go to step 1

【0029】上記アルゴリズムの動作を図3の例を用いて説明する。図3の例ではラベルスイッチネットワークに8つのLSR: A、B、C、D、E、F、G、Jが配置されている例を示している。例としてLSRJに接続されるIPホストに向かうマルチパスの計算を考える。本発明アルゴリズムでは始めに目的宛先Jの最隣接ノードのグループsと隣接ベクトルvを考える。この場合は隣接ノードs = (E, B, C, G)となる。また距離ベクトルDsを(s, J)間のホップコストに設定する。その後、ステップ1の操作に進み、距離ベクトルの中から最小ホップコストを実現する隣接ノードを確定する。この例ではE, B, C, Gの隣接ノードのうち、最小ホップコストで到達できるのはホップコスト1を持つノードEなのでノードEをP1としてマルチパスコース上のノードとして確定する。

【0030】確定したポイントはポイント集合としてPに格納する。この段階でネットワーク内のすべてのノードが確定している場合には操作を終了する。この例では確定していないのでステップ2の操作に進む。ステップ2ではステップ1で確定したノードから新たに隣接ノードを検索して、全ての隣接ノードに対して距離ベクトル、ベクトル集合に加える。この例ではP1より隣接するノードBを検出する。

【0031】しかし、先の操作によりノードBは既に隣接ノード集合に加えられているのでノードJからノードBまでの距離ベクトルだけを新たに計算して、距離ベクトルが最小となる3 (ルート: J ← E ← B, コスト: 2 + 1, ルート: J ← B, コスト: 4) をBまでの距離ベクトルとして設定する。このとき距離ベクトル4 (J ← B) は、最小距離ベクトルから削除され、到達可能距離ベクトルとして管理される。この操作が終了するとステップ1に進む。ステップ1では新たに最小ホップノードを検索して次にJまでの距離ベクトルが最小となるノードC (ルート: J ← C, コスト: 2) を確定する。その後、ステップ2に進みノードCより隣接するノードA、Fを距離ベクトル、隣接ノード集合に加える。

【0032】さらにステップ1に進み次にJまでの距離

ベクトルが最小となるノードB (ルート: J ← E ← B, コスト: 2 + 1) を確定する。ノードが確定するとステップ2に進みノードAを隣接ノードとして検出する。しかしノードAは既にノードCの隣接ノードとして検出されているのでもっとも距離ベクトルの小さい4 (J ← E ← B ← A) が距離ベクトルとして確定する。その後ステップ1に進みノードAが確定する。このような操作を繰り返すことでノードF, D, Gが確定して全てのノードが確定しこのマルチパス検索は終了する。

【0033】この検索アルゴリズムが検索するマルチパスの生成過程を考えるとマルチパスは宛先を起点としてスパンニングツリーの組み合わせで実現される。その例を図4に示す。本発明アルゴリズムはアルゴリズム実行中にこのマルチパスルートに必ず最小ルートを包含するようにマルチパスを設定していくので、マルチパスの中には必ず最小ホップルートが包含されることが保証される。さらにスパンニングツリーを形成する計算過程では確定した上流ノードを幹として下流に枝を伸ばして行くので、一度確定したノードを再度ツリーの幹として利用することは許さない。この計算操作はマルチパスの中にはループが形成されないことを保証する。このようなルーティングアルゴリズムを採用することで同一IP宛先行きの最小ホップルートを包含した、ループフリーのマルチパスをラベルスイッチネットワーク内に設定できることとなる。

【0034】次に、このマルチパス設定アルゴリズムを用いて計算したマルチパスをラベルスイッチネットワーク内のLSRに設定する方法を、図5を用いて説明する。図5は先に述べたラベルスイッチネットワークを示す。本発明のマルチパス検索、ラベル設定アルゴリズムはリンクステート型のルーティングプロトコルに分類される。そのため前述したようにラベルスイッチネットワーク内の全LSRはネットワーク内のIPアドレスとアドレス間のリンクコストをネットワークプロローグ情報として完全に一致した情報として同期して保持している。

【0035】例えば図5にあるように、宛先サブネット

ワーク内のIPアドレス182. 69. 110. 0に到達するマルチパスをラベルスイッチネットワークに設定する場合を考える。ラベルスイッチネットワークの出力部に対応しているLSRJは自分自身が当該IPアドレス182. 69. 110. 0に到達する経路内に存在することを先に述べたネットロジ情報により判断する。

【0036】次に、このIPアドレスに到達するために自身がラベルスイッチに使用するインタフェースを判断、当該インタフェースで空いているラベルをラベルスイッチ用の設定ラベルとして選択する。次に、LSRJは併せてIPアドレス182. 69. 110. 0に到達するマルチパスを前述したルート検索アルゴリズムを用いて確定する。ルートが確定すると、自分自身に隣接するLSRが判明するので自分自身と隣接ルータ間のリンクで空いているラベルをIPアドレス182. 69. 110. 0行きのラベルとして設定する。

【0037】図5の例では、LSRJはLSRJ、E間でラベル19をLSRJ、B間でラベル131をLSRJ、C間でラベル251を、LSRJ、G間でラベル252を設定する。一度ラベルの設定が終了するとLSRJは自身が隣接ノード間で使用するラベルの値を、宛先IPアドレスと共に隣接ノードに通知する。この場合は隣接LSRE、B、C、Gがこの通知を受信する。

【0038】この通知を受けて隣接ノードは通知された宛先IPアドレスに到達可能な宛先LSRのラベルの値を知ることができる。このラベルの値を知ると、隣接ノードはやはり前述したマルチパス設定アルゴリズムを用いて目的IPアドレスに到達可能なマルチパスを確定して、自身に隣接するLSRを確定する。隣接するルータが確定すると自身と隣接するLSR間のリンクの中で空いているラベルを目的IPアドレス行きのラベルとして設定する。

【0039】その後、隣接ノードにIPアドレスと確定したラベル情報を通知する。例えば図5の例ではLSREがラベル19（IPアドレス：182. 69. 110. 0）に到達するラベルを21に設定してラベル21とIPアドレスを隣接ノードであるLSRBに通知する。またLSRBがラベル131に到達するラベルを15に設定してラベル15とIPアドレスを隣接ノードであるLSRAに通知する。同様にLSRCがラベル251に到達するラベルを4、210と設定して隣接ノードであるLSRAおよびFにラベル4、210とIPアドレスを通知する。

【0040】図5の例のラベル伝播過程を図6のテーブルにまとめた。テーブルにあるようにネットワーク内のLSRが同一IPアドレス行きのデータについてラベル変換する値は必ずしも一つではない。これは前述したアルゴリズムによって複数のルーティング経路が割り当てられるからである。このような場合には各LSRは複数のラベル割り当て候補を保持する。

【0041】この場合にはショーテストパスを形成するラベルを優先して順に保持する。例えば図6の例ではLSRAのラベル17にセルが到達するとLSRAからIPアドレス182. 69. 110. 0に到達するLSRはLSRB、Cとなるので、この二つのLSRに対応したラベルを保持する。このときショーテストパスを形成するLSRBを優先してLSRBにラベル15、LSRCにラベル4を設定する。つまりLSRAにおいてはラベル変換17→15、17→4の二つのラベル変換が実行可能となる。複数のラベル変換候補からどのラベル変換を選択するかはそれぞれのセルの属するルーティングポリシーによって決定される。

【0042】次にマルチパスのラベルスイッチングが実行された場合のセル転送手順を図7を用いて説明する。図7は同一IP宛先を目指すセルのルートが分離される場合、結合される場合を示している。マルチパスのラベルスイッチングはデフォルトのショーテストパス上のポートが輻輳してセル転送品質を満足できない場合に作動する。この場合、IPパケットを意識しないでセルをマルチパスに振り分けると受信側で同一パケットを構成するセルの順序逆転が発生して、パケット組み立てがうまくいかない可能性がある。このため、セルをマルチパスで振り分ける場合にはももとのIPパケットを意識してフレーム単位の振り分けを行う。フレーム単位の振り分けは、例えばAAL5によってパケットがセル化されている場合にはATMセルのPTIフィールドを参照してパケットを構成する最後のセルを認識することで行う。つまりPTIフィールドの値によりパケットを構成するセルの固まりを意識して、同一のパケットを構成するセルの固まりについては同一のルーティング経路でラベルスイッチングを行うことでフレームを保存する。

【0043】また、フレーム単位のセル振り分けを行っても受信端末でパケット転送ルートの違いによってパケット順序逆転が発生させてTCPのウィンドウサイズを超えてパケットが到着することが起こりうる。この場合、ウィンドウサイズを超えて到着したパケットはパケット並び替えが正しく行えないので受信端末がウィンドウサイズ内で正しくデータを受信できないことになる。このように同一TCPコネクション内の転送ルートの違いによるパケット順序逆転を防止するため、本発明のパケット振り分けはTCPコネクション単位で行うことも可能である。

【0044】この場合にはラベルスイッチネットワークの入り口のLSRではIPパケットが到着するとそのソースアドレスも参照して、ATMセルに変換するときにVIP、VCI識別子を利用してコネクション別（ソースルート別）の識別子を付与する。マルチパス転送を行うLSRは同一識別子を持つセルについては同一方路にセルを転送することでコネクション内のマルチパス転送を防止する。

【0045】図7の例ではラベル5、11のユーザ識別子（ルート識別子）を持つセルが到着してLSR1でフレーム単位でルート：LSR1→LSR3、ルート：LSR1→LSR2→LSR3の二つのルートでフレーム単位でラベルスイッチングしていく例を示している。マルチパスが一つのルートにマージされるときにはフレーム多重技術が用いられる。（VCマージに相当）このようなテクニックを採用することにより、マルチパスのラベルスイッチングを行ってもエンド・エンドでIPパケットが確実に再生されて、パケット順序の逆転も防止することが可能となる。

【0046】このようなマルチパスのラベルスイッチングを行うときには、さらにコネクションに優先、非優先のラベルを付与して優先クラスのセルは優先的にショートテストパスルートを用いてラベルスイッチングを、非優先クラスのセルは輻輳発生時にマルチパス環境下でセルを転送させることで、優先クラスのショートテストパスのセル転送品質を満足することも可能である。

【0047】図8に示すように、ラベルスイッチングネットワーク内で優先クラス毎にスイッチングルートを制御することにより、各クラス毎にセル転送品質を満足させることができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、IPパケットをATMネットワーク上で高速かつ高品質にラベルスイッチングすることができる。特に輻輳発生

時にフレーム単位で、QoSクラスに応じて輻輳ポイントをアダプティブに迂回しながらマルチパスのラベルスイッチングを行うことができる。本発明のルーティングアルゴリズムを用いれば大規模で複雑なIPネットワークで高スループットかつ高信頼の packets 転送を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例で想定するネットワーク構成を示す図。

【図2】本発明実施例で使用するプロトコルスタックを示す図。

【図3】本発明実施例のアルゴリズム動作を説明するための図。

【図4】宛先を起点とするスパンニングツリーの組み合わせにより実現されるマルチパスの例を示す図。

【図5】本発明実施例のラベルスイッチネットワークを示す図。

【図6】本発明実施例のラベル設定対応テーブルを示す図。

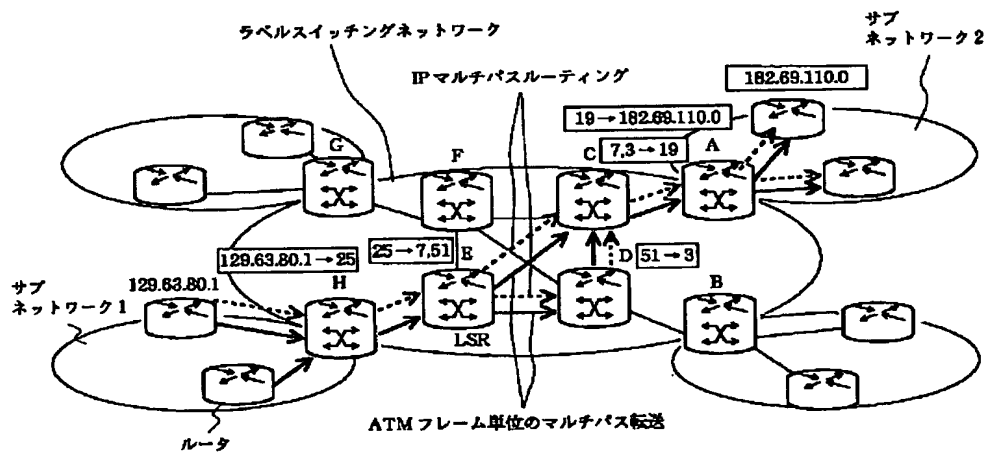
【図7】本発明実施例のラベルスイッチングパスの分離または結合に伴うセルスイッチング手順を説明するための図。

【図8】本発明実施例のマルチQoS制御方式を示す図。

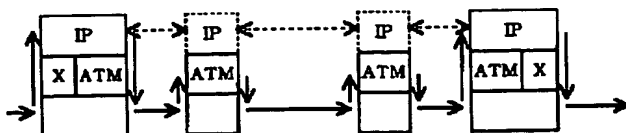
【符号の説明】

A～J LSR

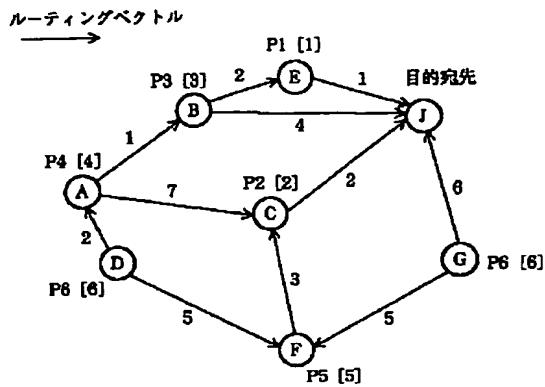
【図1】



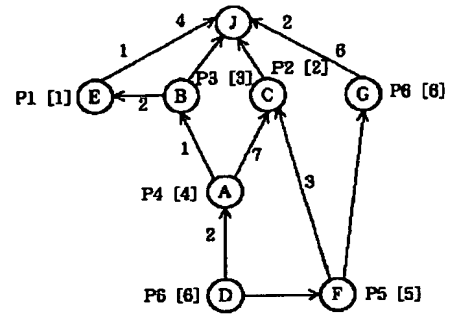
【図2】



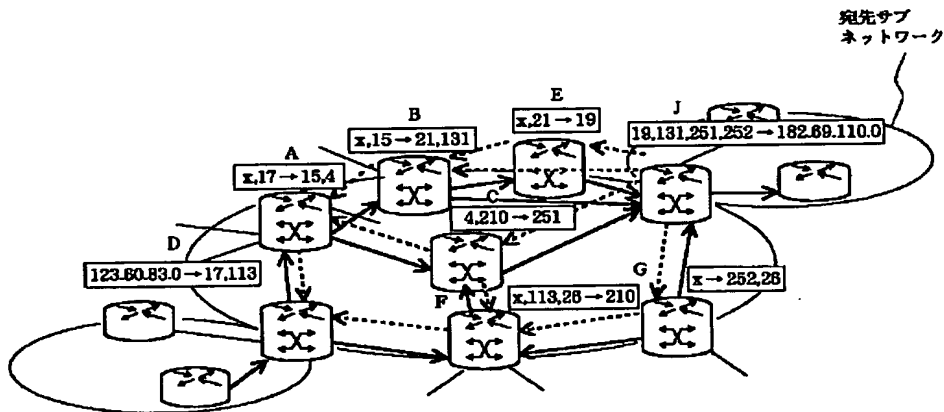
【図3】



【図4】



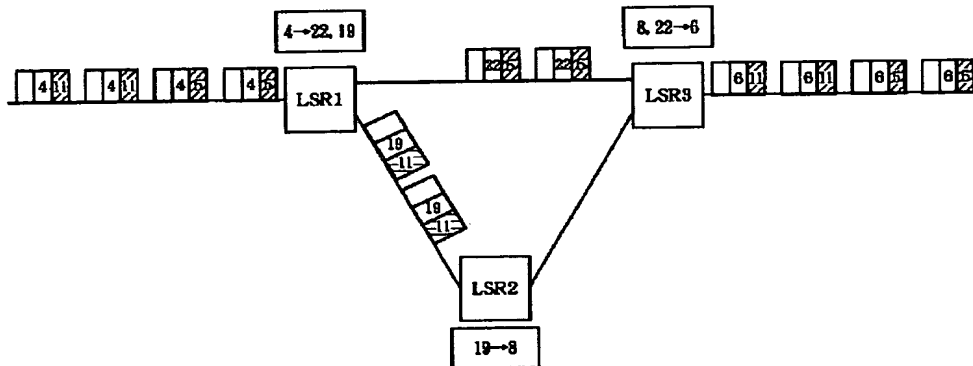
【図5】



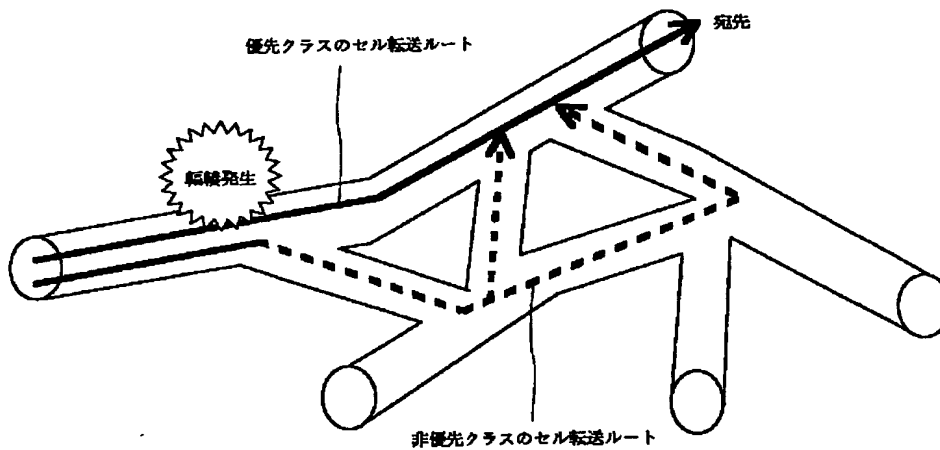
【図6】

	Prefix	Egress ID	Next hop	Label	BindingLabel
JSR J	182.69.110.x	JSR J	JSR J		18,131,251
JSR E	182.69.110.x	JSR J	JSR J	19	21
JSR B	182.69.110.x	JSR J	JSR E→J	21→131	15
JSR A	182.69.110.x	JSR J	JSR B→C	15→4	17
JSR C	182.69.110.x	JSR J	JSR J	251	4,210
JSR F	182.69.110.x	JSR J	JSR C	210	113
JSR G	182.69.110.x	JSR J	JSR J→F	252→26	
JSR D	182.69.110.x	JSR J	JSR A→F	17→113	

【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 鍋島 正義
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 GA11 HA10 HB00 HB08
HB14 HB17 HC01 LB08 LC11
LE05 MB02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.